

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift
⑩ DE 195 15 669 A 1

⑤ Int. Cl.⁸:
H 01 M 8/06

⑳ Aktenzeichen: 195 15 669.2
㉑ Anmeldetag: 28. 4. 95
㉒ Offenlegungstag: 31. 10. 96

DE 195 15 669 A 1

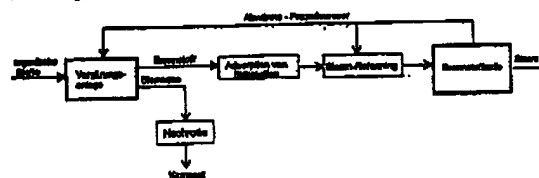
⑦① Anmelder:
Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Rudolf Looock, 20355
Hamburg, DE

⑦② Erfinder:
Büttner, Benjamin, 20255 Hamburg, DE; Foellmer,
Titus, 22307 Hamburg, DE

⑥④ Verfahren zur regenerativen Energiegewinnung durch die Verknüpfung einer Vergärungsanlage für biogen organische Stoffe mit einer Brennstoffzelle

⑥⑦ Entgasbare Biomasse in Form von Reststoffen verschiedenster Art wird in einer Vergärungsanlage vergärt. Der dabei anfallende flüssige oder gasförmige Brennstoff wird einer Brennstoffkonditionierung zugeführt, die die notwendigen Voraussetzungen für die nachfolgende interne oder externe Reformierung (je nach Brennstoffzellentyp) schafft. Der im Steam-Reformingprozeß zu Wasserstoff umgewandelte Brennstoff wird in der Brennstoffzelle elektrochemisch verstromt. Die dafür notwendige Energie wird unter anderem einem Teilstrom des Brennstoffs entnommen. Die im Brennstoffzellenprozeß entstehende Wärme wird der Vergärungsanlage zur Erhaltung ihrer Arbeitstemperatur zugeführt oder je nach Brennstoffzellentyp auch zur Vorheizung des zu reformierenden Biogases verwendet. Das Prozeßabwasser der Brennstoffzelle kann als Prozeßwasser für den Reformierprozeß oder den Bioprozeß eingesetzt werden. Die die Vergärungsanlage verlassende Restbiomasse gelangt zur Stabilisierung in eine Nachrotte und steht danach als Kompost zur Verfügung.

Prozeßdiagramm:



DE 195 15 669 A 1

In der Bundesrepublik Deutschland sind seit einigen Jahren neben traditionellen Faultürmen von Kläranlagen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen auch Biogasanlagen zur Vergärung von festen kommunalen Abfällen entstanden.

Über die energetische Nutzung des anfallenden Biogases hat man sich bisher nur im konventionellen Rahmen Gedanken gemacht. Die Verbrennung und Verstromung des Biogases in Blockheizkraftwerken mithilfe von Gasmotoren oder Gasturbinen sind heute das Mittel der Wahl.

Im vorliegenden Konzept sollen der Wirkungsgrad der Verstromung erhöht und die Emissionen dieser Energiekonvertierung reduziert werden. Um diese Ziele zu erreichen, wird eine Brennstoffzelle zur elektrochemischen Energiewandlung eingesetzt.

Allgemeiner Stand der Entwicklung heute

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Biogasanlagenanbietern, deren Ziel es ist, öffentliche Deponieflächen und Müllverbrennungsanlagen durch Vergärung von Müll zu entlasten (Scherer, P.A., Stand der Technik zur Vergärung fester Abfallstoffe, Umweltaspekte, Prinzipien Varianten. AbfallwirtschaftsJournal 6, S. 385—410, 1994).

Stand der Entwicklung in den Kommunen ist jedoch meist die Müllreduzierung durch Kompostierung (Scherer, P.A., Abfallrecycling mittels Kompostierung — ein kurzer Überblick. AbfallwirtschaftsJournal 5, S. 909—916, 1993).

Diese hat neben einer negativen energetischen Bilanz den Nachteil, daß sie durch die nur sehr aufwendig zu beseitigende Geruchsbelästigung sowie aus Hygienebedenken Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung erzeugt.

Das Wertstoffpotential des Kompostes und das Energiepotential des entstehenden Biogases wird häufig unterbewertet.

Vorteile der Erfindung im Vergleich zu bisherigen Verfahren

Elektrischer Wirkungsgrad

Der elektrische Wirkungsgrad von Gasmotoren und Gasturbinen liegt derzeit zwischen 18 und 32%.

Der elektrische Wirkungsgrad von Brennstoffzellen liegt zwischen 40% und 60% je nach Brennstoffzellensystem.

Der Unterschied zwischen den Systemen ist durch den unterschiedlichen Umwandlungsprozeß bedingt. Für Verbrennungsprozesse ist es der Carnot-Prozeß und für Brennstoffzellen ein elektrochemischer Prozeß. Der Unterschied wirkt sich besonders bei kleineren Leistungsgrößen aus, da dort eine aufwendige Energieumwandlung unter Ausnutzung der Abwärme bei Verbrennungsprozessen unwirtschaftlich ist.

Besonderes Augenmerk ist darauf zu richten, daß der elektrochemische Prozeß nahezu (ab einer bestimmten Mindestleistungsgröße, die von der Brennstoffzellenart abhängig ist) leistungsunabhängig einen hohen Wirkungsgrad liefert, sich also geradezu für eine Vergärungsanlage, d. h. für den mikrobiellen Abbau, von biologischen organischen Stoffen mit kleiner und mittlerer Leistung anbietet.

Neben der günstigeren Energiebilanz, die ja auch ein Kohlendioxid-Einsparpotential mit sich bringt, lohnt es sich, auch die Emissionsseite zu betrachten. Wegen der hohen Anforderungen an die Reinheit des Brennstoffs und aufgrund der brennstoffzellenspezifischen Umsetzung in elektrische Energie liegen auch die NO_x , SO_2 und CO-Emissionswerte um Größenordnungen (ca. Faktor 100) niedriger als bei den Verbrennungsprozessen (Leo J. M. J. Blomen & Michael N. Mugerwa, Fuel cell systems, 1993, S. 181ff.).

Da Brennstoffzellen außer Gebläsen und Pumpen keine bewegenden Teile enthalten und anders als bei Kolbenmaschinen keine Schwingungen und Explosionen auftreten, sind sie leiser als die herkömmliche Technik. Notwendige Lärmschutzmaßnahmen entfallen.

Gerade diese Kriterien, gekoppelt mit der geruchs- und keimarmen Vergärung und ihrem geringeren Platzbedarf im Vergleich zur Kompostierung, sollten in der Lage sein, die Akzeptanz für eine dezentrale Bioabfallverwertung in der "Nachbarschaft" zu erhöhen.

Wartung und Betriebskosten

Der Wartungsaufwand und die Betriebskosten sind aufgrund des Fehlens bewegter Teile und der Modulbauweise der Anlage geringer.

Verfügbarkeit

Die Modulbauweise hat den Vorteil, daß für eine Wartung die Anlage nicht stillgelegt werden muß, sondern die defekten Teile (z. B. verbrauchte Elektroden) sukzessive ausgetauscht werden können. Für die sichere Energieversorgung erübrigt sich damit eine redundante Auslegung.

Die Verfügbarkeit liegt über 98%.

Verfahrensbeschreibung

Vergärbare Biomasse in Form von Reststoffen verschiedenster Art (z. B. Klärschlamm, Gülle, landwirtschaftliche, industrielle, kommunale Abfälle) wird in einer Vergärungsanlage unter anaeroben, meso- oder thermophilen Bedingungen mikrobiell umgesetzt.

Das dabei anfallende Biogas wird einer Gaskonditionierung zugeführt, die die notwendigen Voraussetzungen für die nachfolgende interne oder externe Reformierung (je nach Brennstoffzellentyp) schafft.

Die Gaskonditionierung kann die Abtrennung von Störstoffen, die Entfernung von Störgasen, eine Reduzierung der Feuchte sowie eine Anreicherung des Methangehalts umfassen.

Eine eventuelle Speicherung des Biogases mit Pufferfunktion kann je nach Verfahrensart des Biogasreaktors vorgesehen werden.

Das in einem endothermen Prozeß (Steam-Reforming) zu Wasserstoff umgewandelte Biogas wird in der Brennstoffzelle elektrochemisch verstromt. Die dafür notwendige Energie wird unter anderem einem Teilstrom des Biogases entnommen.

Die im Brennstoffzellenprozeß entstehende Wärme wird über einen Sekundärkreislauf oder auch direkt der Biogasanlage zur Erhaltung ihrer Arbeitstemperatur zugeführt.

Je nach Brennstoffzellentyp dient die Abwärme der Brennstoffzelle auch der Vorheizung des zu reformie-

renden Biogases.

Die Abwärme aus Brennstoffzelle oder Reformer kann sowohl in der Biogasanlage als auch zur Trocknung des Kompostes eingesetzt werden.

Das Prozeßabwasser der Brennstoffzelle kann als Prozeßwasser für den Reformierprozeß oder den Bioprozeß eingesetzt werden.

Die den Biogasreaktor verlassende Restbiomasse gelangt zur Stabilisierung in eine Nachrotte und steht danach als hochwertiger Kompost zur Verfügung.

Wird der Bioprozeß derart gefahren, daß ein flüssiger Brennstoff z. B. ein Alkohol produziert wird, schließt die Konditionierung eine Flüssigbrennstoffkonditionierung für eine direkte elektrochemische Oxidation in einer entsprechenden Brennstoffzelle ein. Die Prozeßabwärme kann z. B. zur Destillation des Flüssigbrennstoffs verwandt werden.

Auch hier kann z. B. ein Teil der im Brennstoffzellenprozeß entstehende Abwärme über einen Sekundärkreislauf oder auch direkt dem Fermenter zur Erhaltung seiner Betriebstemperatur zugeführt werden.

Die Abwärme aus der Brennstoffzelle kann zudem z. B. zur Trocknung des Kompostes eingesetzt werden.

Ebenso kann das Prozeßabwasser der Brennstoffzelle als Prozeßwasser für den Bioprozeß eingesetzt werden.

Ebenfalls gelangt die den Fermenter verlassende Restbiomasse zur Stabilisierung in eine Nachrotte und steht als Kompost zur Verfügung.

mierprozeß neben einer Vorwärmung des Feedgases, falls die Arbeitstemperatur des Brennstoffzellenprozesses geringer als die des Reformers ist, ebenfalls zur Prozeßwärmeversorgung für den Fermentationsprozeß herangezogen wird.

10. Verfahren, zur Erzeugung elektrischer Energie durch Vergärung, bei dem der biogen organische Stoff einer Vergärungsanlage zugeführt, der entstehende Flüssigbrennstoff in Form eines Alkohols konditioniert und nachfolgend in einer Brennstoffzelle verstromt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigbrennstoff nach Verlassen der Vergärungsanlage von Störstoffen gereinigt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtrennung und Konditionierung unter Abwärmeausnutzung erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwärme aus dem Brennstoffzellenprozeß zur Erhaltung der Prozeßwärme für den Vergärungsprozeß herangezogen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Edukt Wasser aus der Brennstoffzelle als Prozeßwasser für den Reformierprozeß bzw. für den Bioprozeß genutzt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren, zur Erzeugung elektrischer Energie durch Biomassevergärung, bei dem biogen organische Stoff einem Fermenter zugeführt, dort entgast und die entgasten Anteile konditioniert und nachfolgend in einer Brennstoffzelle verstromt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßgas nach Verlassen der Biogasreaktors von Schwebstoffen gereinigt und Störgase entfernt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Methangehalt im Brenngas angereichert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Feuchtegehalt des Brenngases reduziert wird.

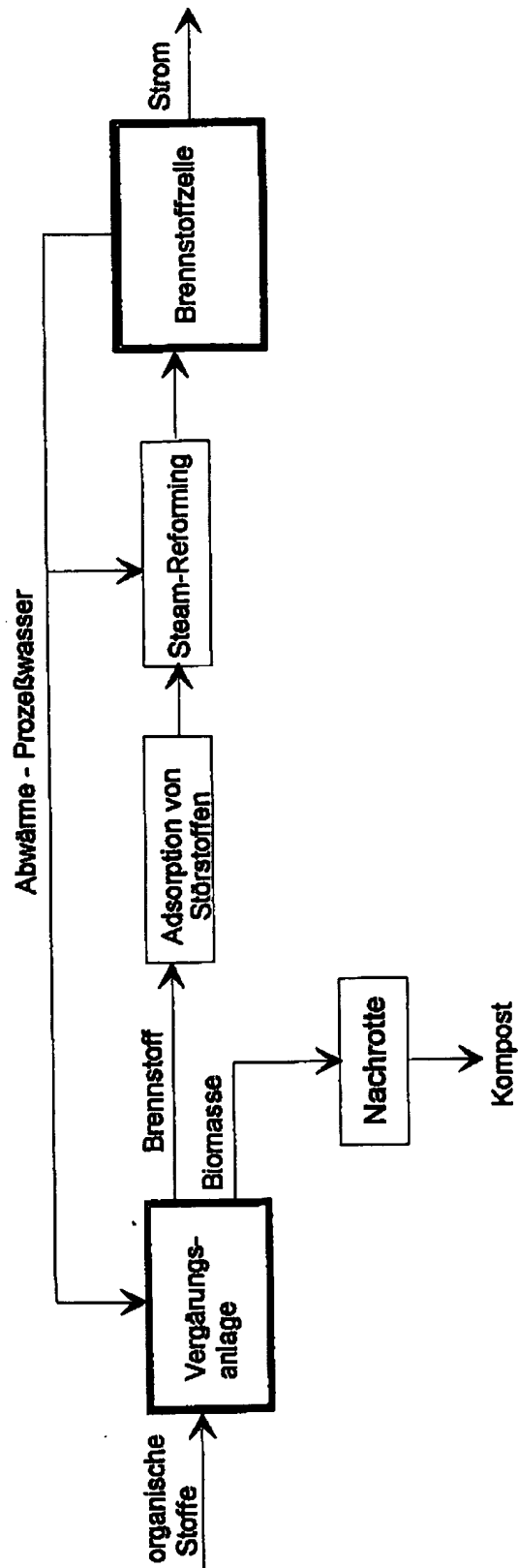
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Prozeßgas aus dem Fermenter brennstoffzellentypspezifisch unter möglicher Ausnutzung eines Teils des gewonnenen Methangases konditioniert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Energiewandlung in der Brennstoffzelle freiwerdende Wärme zur Prozeßwärmeversorgung für den Fermentationsprozeß herangezogen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Energiewandlung in der Brennstoffzelle freiwerdende Wärme zur Prozeßwärmeversorgung für den Reformierungsprozeß herangezogen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das den Fermenter verlassende Produkt einer Nachrotte zugeführt wird, deren Feuchte durch die Prozeßabwärme aus Brennstoffzelle und/oder Reformer reduziert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwärme aus dem Refor-



DE 195 15 669

Generation of electrical energy from biomass fermentation

A process for generating electrical energy by fermentation of biomass has the bio-gases produced during the process removed, conditioned and then passed to a fuel cell. The processing entails removal of sulphurous compounds and interfering gases, followed by enrichment of the methane content. The humidity is also reduced. Heat energy created in the heat cell is passed back to the fermenter and also to the steam reformer. The residue from the fermenter has the humidity reduced by the heat from the fuel cell and/or the reformer. The liquid product of the fermenter is conditioned in the form of an alcohol.